

(1) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年7月8日 (08.07.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/057683 A1

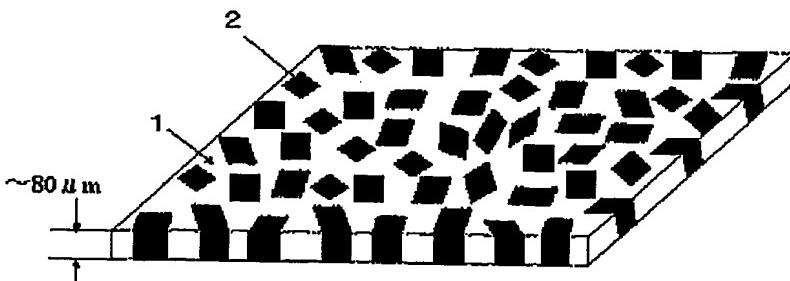
- (51) 国際特許分類⁷: H01L 41/18, 41/22
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/014358
- (22) 国際出願日: 2003年11月12日 (12.11.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2002-368429
2002年12月19日 (19.12.2002) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人産業技術総合研究所 (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒100-8921 東京都千代田区霞が関1-3-1 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 王瑞平 (WANG,Ruiping) [CN/JP]; 〒305-8568 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第2独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 佐藤宏司 (SATO,Hiroshi) [JP/JP]; 〒305-8568 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第2独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 下條善朗 (SHIMOJO,Yoshiro) [JP/JP]; 〒
- (81) 指定国(国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(広域): ARIPO 特許 (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 國際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイドスノート」を参照。

(54) Title: PIEZOELECTRIC TRANSDUCING SHEET

(54) 発明の名称: 圧電変換シート



(57) Abstract: A piezoelectric transducing sheet, which comprises a matrix comprising polyimide or a silicone rubber and, dispersed in said matrix, cubic single crystal particles of lead titanate zirconate, wherein [100] faces of said single crystal particles are oriented parallel with the surface of the sheet and said single crystal particles are so arranged as to penetrate through the surface and the back face of the sheet. A conventional piezoelectric transducing sheet has constituting crystal particles directed

randomly and accordingly exhibits a physical property value as an average of those of respective crystal particles, whereas, the present sheet has PZT single crystal particles in a cubic form with their [100] axes oriented perpendicular to the surface of the sheet and accordingly exhibits a physical property value of PZT which is inherent in the {100} face and, as a result, exhibits an enhanced piezoelectric transduction efficiency.

(57) 要約: ポリイミド又はシリコーンゴムからなるマトリックスと、該マトリックス中に分散したキューブ型チタン酸ジルコン酸鉛単結晶粒子とからなり、該単結晶粒子の[100]面がシート面と平行に配向し、かつ該単結晶粒子がシート面の表裏を貫通している、圧電変換効率の高められた圧電変換シート。従来の構成結晶粒子がランダムな方向を向いているので、その物性値は、各結晶粒子の物性値の平均の値として得られるが、本発明による圧電変換シートは、キューブ状のPZT単結晶粒子を[100]軸をシート面上に垂直に配向させたものであるため、PZTの物性値としては[100]面固有の値を引き出すことができる。

WO 2004/057683 A1

明細書

圧電変換シート

5 技術分野

本発明は、チタン酸ジルコン酸鉛（以下、P Z Tとも言う）のキューブ型単結晶粒子を含有する圧電変換シートに関するものである。

背景技術

10 圧電変換セラミックスは、機械的な入力を電気的出力に変換する正圧電変換効果、及び電気的入力を機械的出力に変換する逆圧電変換効果の2つの効果を有しており、その効果を利用したセンサ及びアクチュエータとして幅広い用途がある。

最近、圧電アクチュエータを航空機、自動車、鉄道車両の振動制御や土木建築物の免振用に利用しようとする機運が高まっており、高変位で高出力のアクチュエータ材料への期待が高まっている。現在汎用されている圧電変換セラミックスのほとんどはペロブスカイト化合物のP Z Tを主成分としたものであるが、実用できる電気歪み ($\Delta L/L$) は0.1%程度で、高変位で高出力用のアクチュエータとして利用するには不十分である。

20 最近、圧電変換材料を単結晶化し、ドメイン操作によって圧電変換特性の向上を図ろうとする研究が活発化している。例えば、 $Pb(Zn_{1/3}Nb_{2/3})O_3 - PbTiO_3$ 系ペロブスカイト固溶体は単結晶化が可能であり、その菱面体構造を有する単結晶を[100]方向に分極することによって[100]方向に1%以上の変位量が得られことが明らかにされ、大きな注目を集めた[S. Park, and T. R. Shrout, J. Appl. Phys. 82 (1997) p1804 (非特許文献1)]。

25 一方、P Z Tを薄膜化し、強誘電体メモリやマイクロアクチュエータとして応用しようとする研究も盛んに行なわれており、[100]方向に配向化させたP Z T薄膜が[111]方向に配向させたものよりも高い $\Delta L/L$ を示すことが見出されている[T. Iijima, T. Abe, and N. Sanada, Proceedings of The 9th US-Japan Seminar on Dielectric & Piezoelectric Ceramics, 1999, p215 (非特

許文献 2)]。これらは、エンジニアードドメイン (Engineered domain) 法と呼ばれる手法による単結晶に対するドメイン操作であり、最近の圧電特性向上のためのキーテクノロジーとなっている。もし、P Z T が単結晶化できれば、エンジニアードドメイン法を適用してセラミックスよりもさらに大きな電気歪みが得られる可能性がある。しかし、残念ながら、実用できるような大きな P Z T の単結晶粒子を得たという成功例はまだない。酸化鉛フラックス法という技術が多くの鉛含有材料の単結晶化に対して有効であるが、P Z T に関しては、大きさが 100 μm 前後の単結晶粒子が得られるに過ぎない。しかし、P Z T 単結晶がこのように小さな単結晶粒子であるとしても、それらを特定方向に揃えて並べる技術があれば、単結晶としての扱いが可能である。

この単結晶粒子の配向化技術については、すでに本発明者のうちの一人によって検討されている [関谷 忠、第一回「知的材料・構造システム」シンポジウム講演集、1999、p65 (非特許文献 3)]。これは、酸化鉛フラックス法によって得られる P Z T 単結晶粒子は、100 μm 前後の粒径に比較的良く揃ったキューブ型の形状をなすという特徴を利用したもので、液状ポリスチレン樹脂と P Z T 単結晶粒子を混合したものをガラス基板上でローラー圧延し、シート化するという方法である。これによって、コンポジットシート内の P Z T 単結晶粒子の多くが {100} 面をシート面に平行にして並ぶという結果が生ずる。しかし、この場合に得られたシートは、P Z T 単結晶粒子の性質よりも、高分子の導電性が高かつたため、P Z T 単結晶粒子の強誘電的性質が現れなかった結果となった。このシートが強誘電体・圧電体として機能するためには、高分子マトリックスの絶縁性を P Z T 単結晶粒子と比較して十分高める必要があり、今後の課題として残されていた。

非特許文献 1 J. Appl. Phys. 82 (1997) p1804

非特許文献 2 Proceedings of The 9th US -Japan Seminar on Dielectric & Piezoelectric Ceramics, 1999, p215

非特許文献 3 第一回「知的材料・構造システム」シンポジウム講演集、1999、p65

発明の開示

本発明は、キューブ型チタン酸ジルコン酸鉛単結晶粒子を用いた圧電変換効率の高められた圧電変換シートを提供することを目的としてなされたものである。

本発明者らは、前記課題を解決すべく鋭意研究を重ねた結果、本発明を完成するに至った。

5 即ち、本発明によれば、以下に示す圧電変換シートが提供される。

(1) ポリミド、シリコーンゴム、又はエポキシ樹脂からなるマトリックスと、該マトリックス中に分散したキューブ型チタン酸ジルコン酸鉛単結晶粒子とからなり、該単結晶粒子の〔100〕面がシート面と平行に配向し、かつ該単結晶粒子がシート面の表裏を貫通していることを特徴とする圧電変換シート。

10 (2) 該単結晶粒子の割合が、シート中(50)～(90)体積%であることを特徴とする前記(1)に記載の圧電変換シート。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明の圧電変換シートの製造工程図である。1は高分子物質(ポリイミド、シリコーンゴム、又はエポキシ樹脂)、2はPZT単結晶粒子、3はガラス基板、4はローラーである。

第2図は、本発明の圧電変換シートの構造説明図である。

第3図は、後記参考例1における酸化鉛フラックス法によって合成したPZT単結晶粒子のSEM写真である。

20 第4図は、後記参考例2のシートを真上から見た顕微鏡写真である。

第5図は、後記参考例2におけるポリイミドを用いて作製したシート面のX線回折図と、同じPZT単結晶を粉末にして撮ったX線回折図とを比較したものである。

25 第6図は、ポリイミドを用いて作製した本発明の圧電変換シートの印加電圧に対する誘電分極率の変化(DEループ)の測定結果を示したものである。

第7図は、ポリイミドを用いて作製した本発明の圧電変換シートの印加電圧に対する厚み方向の圧電歪みの関係を示したものである。

第8図は、シリコーンゴムを用いて作製した本発明の圧電変換シートの印加電圧に対する誘電分極率の変化(DEループ)の測定結果を示したものである。

発明を実施するための最良の形態

本発明で用いたキューブ型P Z T単結晶粒子は、その単結晶キューブの1辺が $100\mu m$ 前後のものであり、酸化鉛フラックス法によって得られる公知の物質
5 である。このキューブの各面は、[100]面に対応する。

P Z Tにおいて、その $[P b Z r O_3]/[P b T i O_3]$ のモル比は、40/60~70/30、好ましくは52/48~60/40である。

本発明の圧電変換シートを製造するには、先ず、P Z T単結晶粒子を、熱硬化性を有する液状又は溶液状のポリイミド前駆体、シリコーンゴム前駆体、又はエ
10 ポキシ前駆体（以下、これらを高分子前駆体とも言う）に添加し、混合する。この混合物において、P Z T単結晶粒子の割合は、50~90体積%、好ましくは80~90体積%である。

次に、この混合物を、第1図(a)に示すように、表面平滑な基板、例えば、ガラス基板上に載置し、この混合物の上から、第1図(b)に示すように、ローラー掛けをして、第1図(c)に示すように、その基板上にP Z T単結晶粒子が配向した液状シートを形成し、これを加熱して、該高分子前駆体を硬化させる。
15 この場合の加熱温度は、その高分子前駆体の種類によって異なるが、通常、ポリイミド前駆体の場合、150~270°C、好ましくは200~250°Cであり、シリコーンゴム前駆体の場合、100~190°C、好ましくは150~180°C
20 であり、エポキシ前駆体の場合、室温~160°C、好ましくは120~150°Cである。

前記のようにしてP Z T単結晶粒子を含む高分子のシートを形成するときには、そのP Z T単結晶キューブ面は{100}面から構成されるので、P Z T単結晶がその[100]軸をシート面に垂直にして配向化することになる。また、このローラー操作によってキューブの大きさと同じ厚さのシート、すなわち、P Z T
25 単結晶粒子が表裏を貫通したシートにすることができる。したがって、このシートは、1-3型と呼ばれる複合型圧電変換体に分類される。ローラー掛けされたシートは、適当な条件下で乾燥及び加熱した後、基板から剥離される。

第2図に前記のようにして得られた圧電変換シートの構造説明図を示す。

前記第1図及び第2図において、1は高分子物質、2はキューブ型PZT単結晶粒子、3は基板、4はローラを示す。

本発明で用いる液状又は溶液状のポリイミド前駆体は既に市販されているものである。このものは、通常、200～250°Cに加熱すれば、硬化して固体状のポリイミドを与える。このポリイミド前駆体としては、常温で液状のものか溶液状のものであればよく、従来公知の各種のものが用いられる。このようなものには、ポリアミド酸溶液（このものは、加脱水させることによりポリイミドを与える）の他、縮合型のポリイミド前駆体及び付加反応型のポリイミド前駆体等がある。

10 本発明においては、特に、下記式（1）で表される繰返し構造単位を有するポリイミド前駆体を好ましく用いることができる。



ただし、Rはアリール基である。

本発明で用いる液状又は溶液状のシリコーンゴム前駆体は既に市販されているものである。このものは、通常、150～180°Cに加熱すれば、硬化して固体状のシリコーンゴムを与える。このシリコーンゴム前駆体としては、常温で液状のものか溶液状のものであればよく、従来公知の各種のものが用いられる。このようなものとしては、例えば、下記式（2）で表される繰返し構造単位を有するものである。このシリコーンゴム前駆体には、触媒や架橋剤が配合される。



ただし、Rはアルキル基、あるいはアリール基である。

一方、本発明に用いるエポキシ樹脂は、下記式（3）で表される繰り返し構造単位を有するもので、液状の前駆体は市販品として容易に入手できるものである。このものは、適量の硬化剤を加えることによって常温では数時間、120～150°Cで25 加熱した場合30分程度で硬化する。



ただし、Epはエポキシ基、Rはアリール基である。

実施例

次に本発明を実施例によりさらに詳述する。

参考例 1

(キューブ型 P Z T 単結晶粒子の製造)

本発明においては、キューブ型 P Z T 単結晶粒子は、酸化鉛フラックス法を用いて製造される。この場合、P Z T セラミックスでは、菱面体相と正方晶相の相境界 (Morphotropic phase boundary, MPB, PbZrO₃/PbTiO₃=52/48) の組成において最も高い圧電変換性を示すことが知られているが、その組成では大きな単結晶粒子とすることが困難である。そこで、それよりも幾分大きな結晶粒子が得られるという意味で、合成単結晶の組成としては MPB 組成よりも僅か菱面体相よりの PbZrO₃/PbTiO₃=55/45 の組成を選んだ。出発原料としては、市販の試薬特級クラスの PbO、ZrO₂ 及び TiO₂ を用いた。

これらを PbO : ペロブスカイト = 2 : 1 の比、すなわち 3 PbO + 0.55 ZrO₂ + 0.45 TiO₂ の組成に混合したものを 6.0 ml の白金ルツボに充填し、電気炉中、1150 ~ 1200°C で 5 時間加熱することによって完全に溶融した後、2°C/時間の速度で徐冷した。酢酸溶液で過剰分の PbO を溶解除去することによって P Z T 単結晶粒子を分離した。

第 3 図は、得られた P Z T 単結晶粒子の SEM 写真である。

大きさが 100 μm 前後の比較的粒径の揃ったキューブ状の単結晶粒子が生成していることがわかる。これらの単結晶粒子は、X 線回折の結果、菱面体構造の P Z T であることが認められた。

参考例 2

参考例 1 で得られた P Z T 単結晶粒子 (30) 体積部と液状ポリイミド (新日本理化株式会社製、商品名「リカコート SN-20」) (70) 体積部とを混合しものをガラス基板上でローラーにより圧延した。ローラーとしては、ローラーへのポリイミド混合物の付着を避けるため、テフロン (R) 棒を用いた。次に、これをガラス基板ごと 120°C で数時間乾燥し、ガラス基板からシートを剥離した。これによって、比較的柔軟なシートが得られる。

第 4 図に、シートを真上から見た顕微鏡写真を示す。相当数の結晶粒子が四角い面が上向きにして並んでいることが認められる。

第5図は、シート面のX線回折図と、同じP Z T単結晶を粉末にして撮ったX線回折図を比較したものである。両X線回折図の比較から明らかのように、シートではP Z T単結晶粒子が{100}面に対して強く配向していることがわかる。この配向度をLotgering法と呼ばれる計算式によって見積もると、約95%に達することがわかった。

実施例1

参考例2で得られたシートを250°Cで加熱することによってポリイミド樹脂を高絶縁体化した後、ポリイミド樹脂に埋もれているP Z T単結晶粒子をシート面から露出させるためにシート面を研磨した。次に、シートの両面に金スパッタを施すことによって電極付けを行ない、シートの誘電・圧電特性の評価を行なった。

第6図に、印加電圧に対する誘電分極率の変化(D Eループ)の測定結果を示す。D Eループは強誘電体特有の形状を呈していることがわかる。しかし、強誘電体としての性能を表す指標である飽和分極及び残留分極は、それぞれ9 μC/cm²及び7 μC/cm²といった具合であり、P Z Tセラミックスや薄膜のものと比べてかなり小さい。これは、すべてのP Z T単結晶粒子がシート面に露出し、電極と接しているわけではないためであり、これを改善することによってさらに向上させることができると考えられる。いずれにしても、本発明手法によって得られる、P Z T単結晶粒子とポリイミドによる1-3型複合圧電変換シートは、強誘電体として機能することが明らかとなった。

第7図に、印加電圧に対するシートの厚み方向の圧電歪みの関係を示す。この図から、印加電圧の増加とともに歪みが増加し、P Z Tセラミックスに特有のバタフライ型の歪み曲線が観測される。

実施例2

参考例1で得られたP Z T単結晶粒子(30)体積部と液状シリコーンゴム(株式会社 エイテック社製、商品名「HTV型液状シリコーン」)(70)体積部を混合しものを参考例2及び実施例1と同様の方法を用いてシートを作成した。

第8図に、このシートの印加電圧に対する誘電分極率の変化(D Eループ)の測定結果を示す。この図は、強誘電体としての正常な形状をなしており、シリコ

ーンゴムによるコンポジットシートも圧電体として機能することがわかる。

実施例 3

参考例 1 で得られた P Z T 単結晶粒子 (30) 体積部と液状エポキシ樹脂前駆体 (70) 体積部とを混合したものを実施例 1 と同様の方法を用いてシートを作製した。

- 5 このシートの印加電圧に対する誘電分極率の変化 (D E ループ) を測定した結果、飽和分極が $8 \mu C/cm^2$ 、残留分極が $6 \mu C/cm^2$ といった強誘電体特有のヒステリシスループを示し m k 、エポキシ樹脂を用いたコンポジットシートも強誘電体・圧電体として機能することがわかった。

10 産業上の利用分野

- 一般のセラミックスでは、構成結晶粒子がランダムな方向を向いているので、その物性値は、各結晶粒子の物性値の平均の値として得られるが、本発明による圧電変換シートは、キューブ状の P Z T 単結晶粒子を [100] 軸をシート面に垂直に配向させたものであるため、P Z T の物性値としては {100} 面固有の値を引き出すことができる。

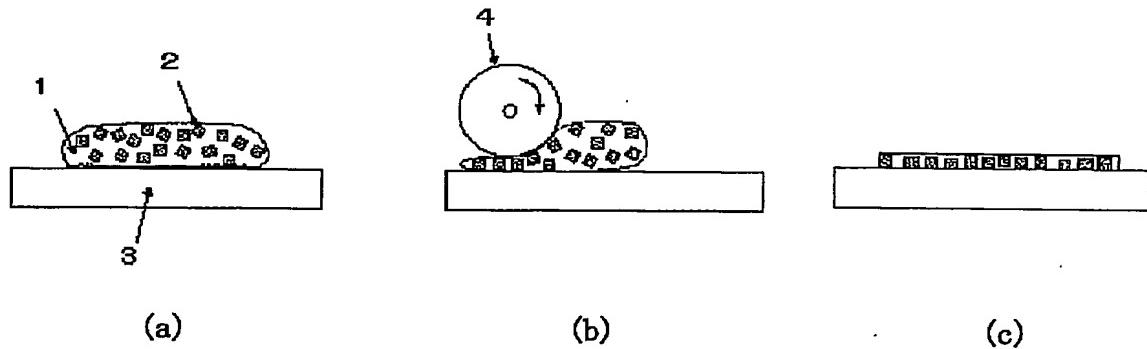
- また、本発明による圧電変換シートでは、P Z T 単結晶粒子が菱面体構造であって、その [100] 軸がシート面に垂直に配向しているので、菱面体構造を有する Pb ($Zn_{1/3}Nb_{2/3}$) O₃ - Pb Ti O₃ 系単結晶や配向性 P Z T 薄膜で成功したように、エンジニアードドメイン法を適用することによって大きな電気歪みが得られる可能性がある。これは、菱面体構造のペロブスカイトにおいて [100] 軸はまさにエンジニアードドメインを適用するのに最適な軸であるからである。

- 本発明による圧電変換シートは高分子との複合体であり、柔軟性があるため、多少のカーブを与えても何の問題もない。そのため、センサやアクチュエータとして用いる場合、カーブ表面を有する装置に貼付して用いることができる。

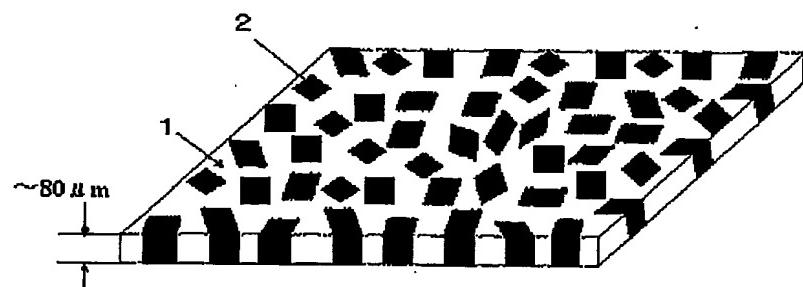
請求の範囲

1. ポリイミド又はシリコーンゴムからなるマトリックスと、該マトリックス中に分散したキューブ型チタン酸ジルコン酸鉛単結晶粒子とからなり、該単結晶粒子の〔100〕面がシート面と平行に配向し、かつ該単結晶粒子がシート面の
5 表裏を貫通していることを特徴とする圧電変換シート。
2. 該単結晶粒子の割合が、シート中50～90体積%であることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の圧電変換シート。

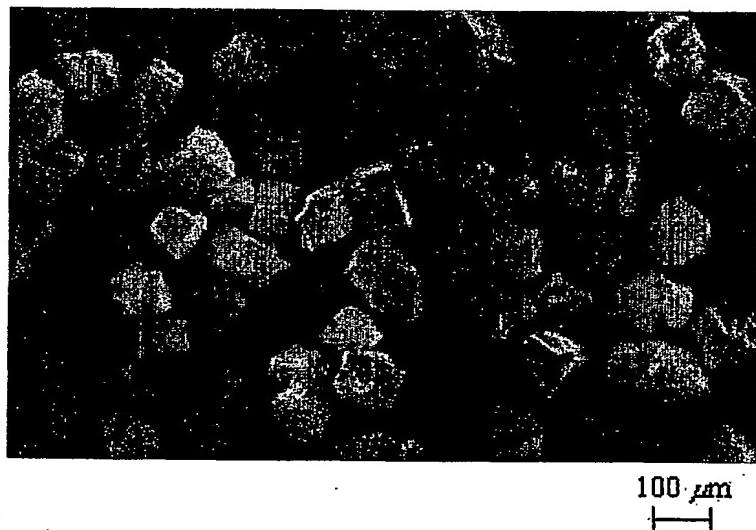
第1図



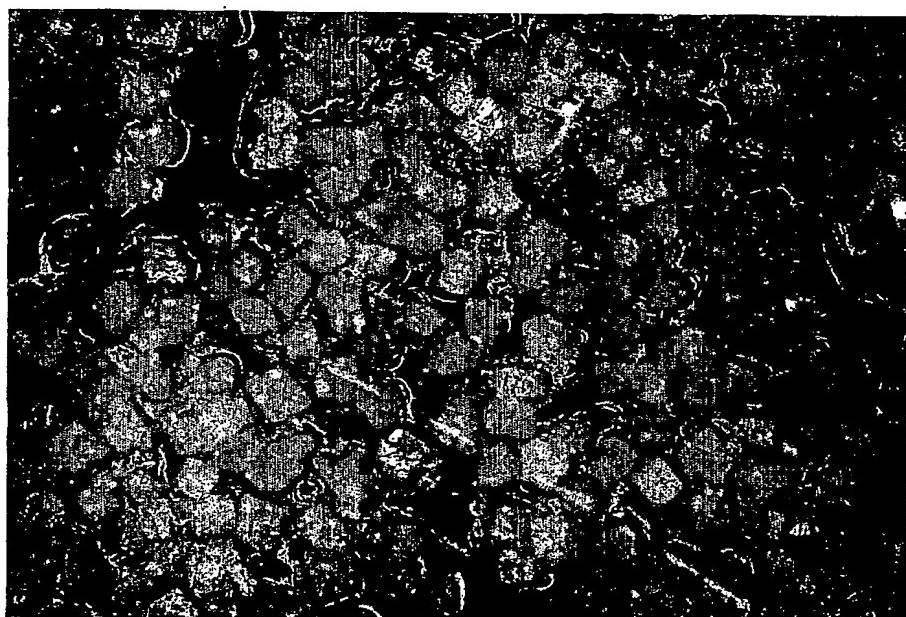
第2図



第3図

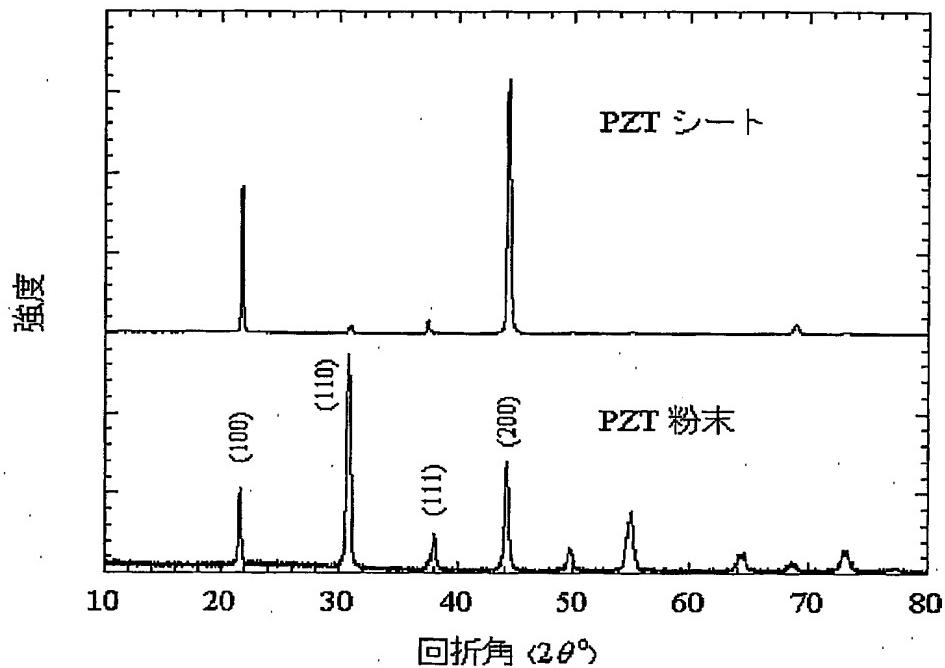


第4図

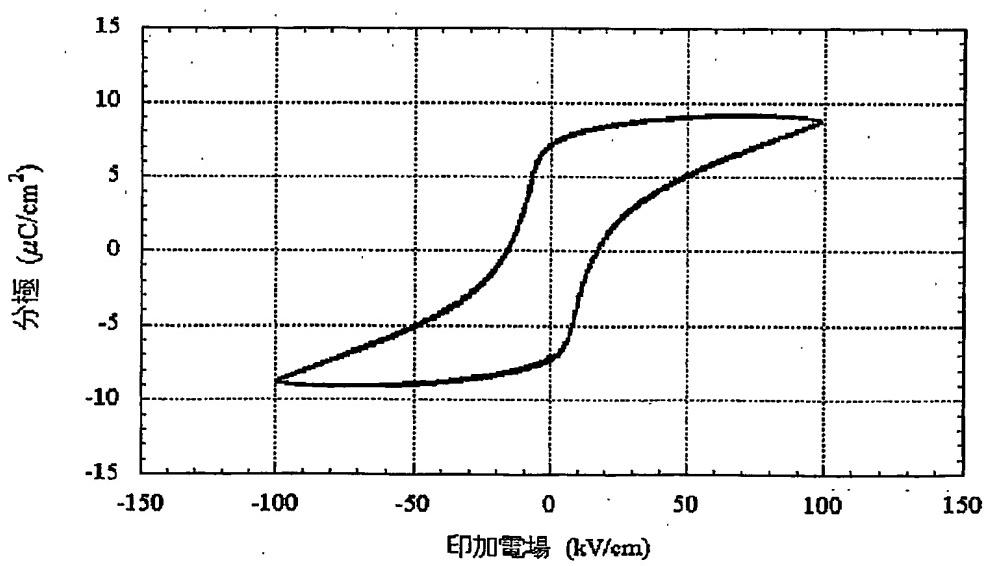


100μm

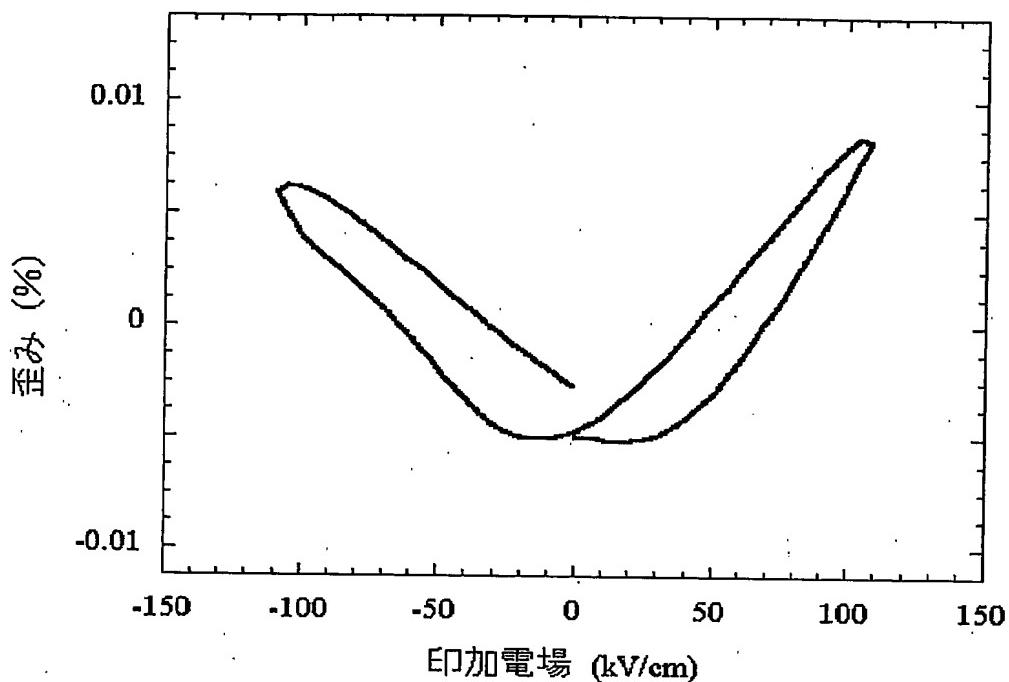
第5図



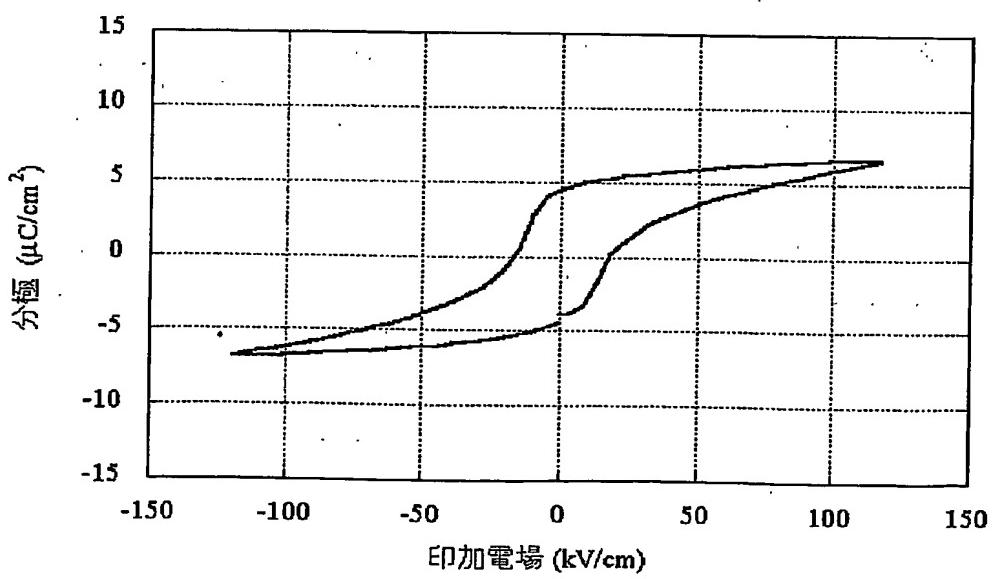
第6図



第7図



第8図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

JP03/14358

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L41/18, 41/22

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L41/18, 41/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4874727 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.), 17 October, 1989 (17.10.89), Full text & JP 63-60110 A Page 2, lower left column, line 14 to page 5, upper left column, line 12; Figs. 3 to 5	1-2
Y	JP 11-233844 A (Omron Corp.), 27 August, 1999 (27.08.99), Page 2, left column, line 44 to page 3, right column, line 22; Fig. 2 (Family: none)	1-2

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

"A"	Special categories of cited documents: document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E"	earlier document but published on or after the international filing date	"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&"	document member of the same patent family
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		

Date of the actual completion of the international search
26 January, 2004 (26.01.04)Date of mailing of the international search report
10 February, 2004 (10.02.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

JP03/14358

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 6-287448 A (Mitsubishi Petrochemical Co., Ltd.), 11 October, 1994 (11.10.94), Page 4, left column, lines 4 to 16 (Family: none)	1-2
Y	JP 2001-15822 A (Ueda Japan Radio Co., Ltd.), 19 January, 2001 (19.01.01), Page 3, right column, lines 24 to 27 (Family: none)	1-2
Y	Tadashi SEKIYA, "Ceramic Actuator no Smart-ka I", Dai 1 Kai 'Chiteki Zairyō-Kozo System', Symposium Koenshu, R & D Institute of Metals and Composites for Future Industries (RIMCOF), 07 December, 1999 (07.12.99), pages 65 to 68	1-2

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))
Int. C17 H01L41/18, 41/22

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))
Int. C17 H01L41/18, 41/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	US 4 8 7 4 7 2 7 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD), 1989. 10. 17, 全文 & JP 63-60110 A, 第2頁左下欄第14行-第5頁左上欄第12行, 第3図-第5図	1-2
Y	JP 11-233844 A (オムロン株式会社), 1999. 08. 27, 第2頁左欄第44行-第3頁右欄第22行, 第2図(ファミリーなし)	1-2

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「I」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26. 01. 2004

国際調査報告の発送日

10. 2. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)

正山 旭

4M 3238

電話番号 03-3581-1101 内線 3462

C(続き) . 関連すると認められる文献	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*		
Y	JP 6-287448 A (三菱油化株式会社), 1994. 10. 11, 第4頁左欄第4行—第16行 (ファミリーなし)	1-2
Y	JP 2001-15822 A (上田日本無線株式会社), 2001. 01. 19, 第3頁右欄第24行—第27行 (ファミリーなし)	1-2
Y	関谷忠, セラミックアクチュエータのスマート化 I, 第1回「知的材料・構造システム」シンポジウム講演集, 財団法人次世代金属・複合材料研究開発協会, 1999. 12. 07, p. 65-68	1-2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.